

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-007739

(43)Date of publication of application : 10.01.1997

(51)Int.Cl.

H05B 3/14

(21)Application number : 07-154620

(71)Applicant : KYOCERA CORP

(22)Date of filing : 21.06.1995

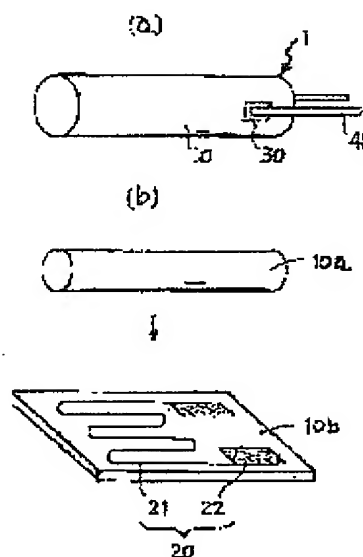
(72)Inventor : TANAKA SATOSHI
KURAHARA EIJI

(54) CERAMIC HEATER

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide the ceramic heater which exhibits excellent durability even when it is used for high temperatures such as heater for heating an oxygen sensor and the like.

CONSTITUTION: An exothermic resistor 20 composed of a 50 to 95% metallic component by volume, and of a remaining ceramic component, is embedded in a ceramic body 10, and the cross section of an exothermic part 21 is so designed as to be equal to or more than $10\mu\text{m}$ in thickness in a part occupying the area equal to or more than 50% of the wire width. As a result, the progress of oxidization for the exothermic resistor is delayed, and its life can thereby be lengthened.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-7739

(43) 公開日 平成9年(1997)1月10日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 5 B 3/14

0380-3K

H 0 5 B 3/14

B

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平7-154620

(22) 出願日 平成7年(1995)6月21日

(71) 出願人 000006633

京セラ株式会社

京都府京都市山科区東野北井ノ上町5番地の22

(72) 発明者 田中 智

鹿児島県国分市山下町1番1号 京セラ株式会社鹿児島国分工場内

(72) 発明者 蔵原 英治

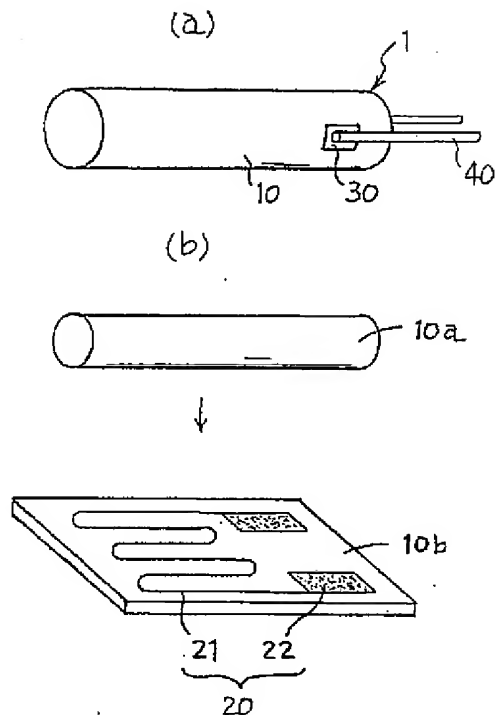
鹿児島県国分市山下町1番1号 京セラ株式会社鹿児島国分工場内

(54) 【発明の名称】 セラミックヒータ

(57) 【要約】

【構成】セラミックス体10中に50～95体積%の金属成分と残部がセラミックス成分からなる発熱抵抗体20を埋設し、該発熱抵抗体20の発熱部21における横断面が、線幅の50%以上の部分で10 μ m以上の厚みとなるようにしてセラミックヒータを構成する。

【効果】高温で使用した場合の発熱抵抗体の酸化の進行を遅くして寿命を長くすることができるため、酸素センサ加熱用ヒータ等の高温での使用時にも優れた耐久性を持ったセラミックヒータを提供できる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】セラミックス体中に、50～95体積%の金属成分と残部がセラミックス成分からなる発熱抵抗体を埋設し、該発熱抵抗体の発熱部における横断面が、線幅の50%以上の部分で10 μ m以上の厚みを有することを特徴とするセラミックヒータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、石油ファンヒータ等の各種燃焼機器の点火用ヒータ、酸素センサ等の各種センサや測定機器の加熱用ヒータ等に利用されるセラミックヒータに関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来より、アルミナを主成分とするセラミックス中に、W、Mo等の高融点金属からなる発熱体を埋設してなるアルミナセラミックヒータが一般的に用いられている（特開昭63-9860号、63-58479号公報等参照）。

【0003】例えば円柱状のセラミックヒータを製造する場合は、図1（b）に示すようにセラミックスの円柱状成形体10aとシート状成形体10bを用意し、シート状成形体10bの一方面にW、Mo等の高融点金属のペーストを印刷して発熱抵抗体20を形成した後、この発熱抵抗体20を形成した面が内側となるようにシート状成形体10bを上記円柱状成形体10aの周囲に巻付けて、全体を焼成し一体化することによって、図1（a）に示すセラミックヒータ1を得ることができる。

【0004】なお、シート状成形体10bに形成する発熱抵抗体20は、先端側は線幅を細くして蛇行状の発熱部21とし、後端側は線幅を太くして引き出し部22としてあり、この発熱抵抗体20の厚みはスクリーン印刷を行いやすくするために10 μ m程度であった。また、シート状成形体10bの裏面側にはリードパッド30を形成し、発熱抵抗体20の引き出し部22とリードパッド30間はスルーホールを形成して導通させた構造となっている。そして、最終的なセラミックヒータ1では側面に露出したリードパッド30にリード線40をロウ付けしたり圧接して接合し、このリード線40から通電するようになっている。

【0005】また、より高温用のヒータとして窒化珪素質セラミックスヒータも用いられている。この構造は、高融点金属線などからなる発熱体を窒化珪素質セラミックス中に埋設し、発熱体の両端を表面に露出させてリード取り出し部とし、銀等のロウ材によってこのリード取り出し部にリード線を接合したものである（特公昭62-19034号、特公昭63-51356号公報等参照）。

【0006】これらのセラミックヒータは、耐食性、耐久性に優れ、急速昇温が可能であることから、石油ファンヒータ等の各種燃焼機器の点火用ヒータや燃料気化用

ヒータ、水等の流体を加熱するための流体加熱用ヒータ、酸素センサ等の各種センサや測定機器の加熱用ヒータ等に利用されている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】自動車用酸素センサにおいて、コールドスタート時に酸素センサを作動温度まで急速に加熱させるために、セラミックヒータで加熱することが行われている。近年、排ガス規制の強化にともなってコールドスタート時の立ち上がり特性を向上させる必要があり、800℃以上の高温でも使用可能な耐久性の高いセラミックヒータが求められている。ところが、上記のアルミナセラミックヒータでは、このような高温での十分な耐久性が得られず、寿命が短いという問題点があった。これは、セラミックス体10と発熱抵抗体20との熱膨張に差がある点や、使用時にセラミックス体10中の酸素が発熱抵抗体20中に拡散し、部分的に酸化して抵抗値が変化し、局部的に温度が高くなって断線してしまう等の理由によるものであった。

【0008】

【課題を解決するための手段】そこで本発明は、セラミックス体中に、50～95体積%の金属成分と残部がセラミックス成分からなる発熱抵抗体を埋設し、該発熱抵抗体の発熱部における横断面が、線幅の50%以上の部分で10 μ m以上の厚みとしてセラミックヒータを構成したものである。

【0009】即ち、発熱抵抗体として金属成分とセラミック成分の混合体を用いることにより、セラミック体との熱膨張差が小さくなり結合力が強固になるため、高温で使用した場合の耐久性が向上する。

【0010】また、発熱抵抗体の使用時の酸化による劣化について種々実験を行ったところ、上記酸化は発熱抵抗体においてヒータ表面側から内部側に向かって、発熱抵抗体の厚み方向に進行することがわかった。従来より発熱抵抗体の厚みについては、10 μ m程度と薄くすることにより、スクリーン印刷による形成を容易にして応力緩和が図れると考えられてきたが、このように発熱抵抗体の厚みが小さいため、上記の酸化による劣化が生じることを見出したのである。

【0011】したがって、本発明では発熱抵抗体の厚みを10 μ m以上と大きくすることにより酸化による劣化を防止し、寿命を長くするようにした。ただし、最終的なセラミックヒータ中の発熱抵抗体は必ずしも均一な厚みとはならないことから、線幅中の50%以上の範囲が厚み10 μ m以上、好ましくは15 μ m以上となっていれば良い。

【0012】

【実施例】以下、本発明の実施例を詳細に説明する（従来例と同一部分は同一符号を用いる）。

【0013】図1（a）（b）に示すセラミックヒータ1は、円柱状のセラミックス体10の内部に発熱部21

と引き出し部22からなる発熱抵抗体20を埋設し、この発熱抵抗体20の両端に導通した2つのリードパッド30を表面に備えたものであり、両方のリードパッド30に接続したリード線40間に通電することによって発熱させるようになっている。

【0014】このセラミックヒータ1の製造方法は以下の通りである。

【0015】図1(b)に示すように、まずセラミックス原料を所定の方法にて成形し、円柱状成形体10aとシート状成形体10bを用意する。次に、シート状成形体10bの一方面に高融点金属からなるペーストを用いて発熱抵抗体20を印刷するが、この発熱抵抗体20は線幅が細く蛇行状の発熱部21と線幅が太い引き出し部22からなっている。また、図示していないがシート状成形体10bの他方面には同じペーストを用いてリードパッド30を形成し、発熱抵抗体20の引き出し部22との間をスルーホールで導通している。

【0016】そして、上記発熱抵抗体20が内側となるようにシート状成形体10bを円柱状成形体10aの側面に巻き付けて密着させた後、全体を所定の条件で焼成し一体化すれば、図1(a)に示すセラミックヒータ1を得ることができる。

【0017】また、図1では円柱状のセラミックヒータ1を示したが、円筒状、角柱状、角筒状、平板状等さまざまな形状とすることもできる。

【0018】上記セラミックス体10を成す材質としては、アルミナ、ムライト、窒化珪素等を用いるが、85～95重量%の Al_2O_3 を主成分とし残部がSi O_2 、MgO等からなるアルミナセラミックスが一般的である。

【0019】そして、上記発熱抵抗体20は、高融点金属からなる金属成分が50～95体積%と、残部がセラミックス体10と同種のセラミックス成分からなっている。このように、発熱抵抗体20が金属成分とセラミックス成分の混合体からなるため、セラミックス体10との熱膨張率の差が小さく、かつセラミックス体10との結合力が大きくなることにより、高温での耐久性を向上することができるのである。なお、金属成分の比率を上記範囲としたのは、50体積%未満であると抵抗値が高くなりすぎ、95体積%を超えると耐久性を向上させる効果が乏しいためであり、好ましくは60～92%の範囲が良い。

【0020】また、上記金属成分としては、W、Mo、Re等の高融点金属、あるいは焼成時に分解、還元されて金属化するような材料を用いる。一方セラミックス成分としては、セラミックス体10と同種のものとし、具体的にはアルミナ、ムライト、窒化珪素等を用いる。

【0021】さらに、上記発熱抵抗体20中にセラミックス成分を混合させるには、予め高融点金属のペースト中にセラミックス粉末を添加したり、あるいは焼成時に

セラミックス体10より発熱抵抗体20中に拡散させれば良い。焼成中に拡散させる場合は、金属成分の粒径と種類が重要であり、これらを調整することで、自由にセラミックス成分の拡散量を調整することができる。

【0022】また、発熱抵抗体20中の金属成分とセラミックス成分の体積比は、最終的なセラミックヒータ1の発熱抵抗体20を露出させ、その表面をダイヤモンドペーストで研磨した後、画像解析によって $10 \times 10 \mu m$ の範囲を分析して白い金属部分と黒いセラミックス部分の面積比を求め、これを20箇所測定して平均したものを体積比とする。

【0023】さらに、最終的なセラミックヒータ1において、発熱抵抗体20の発熱部21における長さ方向と垂直な断面(横断面)を図2に示す。このように、発熱部21の横断面形状は、中央部にほぼ均一な厚みで、この厚みYが $10 \mu m$ 以上、好ましくは $15 \mu m$ 以上であるような厚肉部21aと、次第に厚みが小さくなる端部21bを有している。そして、上記厚みYが $10 \mu m$ 以上である厚肉部21aの幅X'が全体の線幅Xに対して50%以上、好ましくは70%以上となっていることを特徴とする。

【0024】なお、本発明における発熱抵抗体20の厚みYとは、横断面におけるセラミックヒータ1の半径方向の長さのことであり、線幅Xとは円周方向の長さのことをいう。

【0025】このように、発熱抵抗体20の発熱部21は、大部分の厚みが $10 \mu m$ 以上と厚くなっていることから、高温での使用時に厚み方向への酸化の進行を遅くし、寿命を長くすることができる。

【0026】なお、上記厚肉部21aの厚みYは、スクリーン印刷による製造上 $65 \mu m$ 以下とする。

【0027】また、発熱部21の断面積は、所定の抵抗値を得られるように予め定められていることから、上記厚みYを大きくするためには線幅Xを小さくしなければならない。そして、種々実験の結果、両者の比 X/Y を100以下とすれば、酸化の進行を遅らせて長寿命とできることを見出した。

【0028】さらに、図3に示すように、本発明のセラミックヒータ1は発熱抵抗体20の発熱部21が蛇行状となっているが、この部分における線幅Xと間隔Zの比 Z/X を0.25～1.12の範囲内としてある。これは、 Z/X が0.25未満であると間隔が狭すぎるためにマイグレーションが生じやすくなって寿命が短くなるためであり、一方 Z/X が1.12を超えると間隔が広すぎるためにセラミックヒータ1の表面に温度差が生じ、マイクロクラック等が発生して寿命が短くなるためである。

【0029】なお、スクリーン印刷で形成する場合、線幅X、間隔Zはいずれも0.2mm以上必要である。

【0030】また、本発明の他の実施例として、図4

(a)に示すようにセラミックス体10の両端面の周囲に段部11を形成することもできる。このようにすれば、セラミックヒータ1の搬送時や機器への装着時等にセラミックヒータ1が他部材と衝突しても、この段部11が衝撃を吸収緩和して欠けの発生を防止することができる。しかも仮に欠けが発生した場合でも段部11をなす2箇所のエッジ近傍のみが欠けることから、大きな欠けとはならず、発熱抵抗体20が露出したり断線したりすることを防止できる。

【0031】しかも、このセラミックヒータ1を酸素センサ加熱用に用いる場合、先端の閉じた筒状の酸素センサ素子中にセラミックヒータ1を挿入するが、セラミックヒータ1の先端側端面が中央部が突出した形状であるため、酸素センサ素子の内面形状と一致して加熱効率を高めることができる。

【0032】さらに、他の実施例を図4(b)に示すように、セラミックス体10の端面周囲に面取部12を形成しても良い。なお、図4(b)ではC面の面取部12を示したがR面であっても良く、図4(a)のような段部11のエッジに面取部を形成したものであっても良い。

【0033】また、上記段部11や面取部12は、セラミックス体10の両方の端面または一方の端面に形成すれば良く、一方の端面側のみに形成する場合はリードパッド30と反対側(先端側)の端面周囲に段部11や面取部12を形成することが好ましい。

【0034】なお、上記段部11または面取部12の高さbは0.3~1mmの範囲とするが、これは0.3mm未満であると欠けを防止する効果に乏しく、一方1mmを超えると端部まで均一に加熱しにくくなるためであり、好ましくは高さbは0.5~1mmの範囲が良い。

【0035】また、段部11または面取部12の幅cと発熱抵抗体20までの距離dについては、両者の比 d/c が2~5の範囲内とする。これは d/c が2未満であると、欠けが発生した時に発熱抵抗体20が露出しやすく、一方 d/c が5を超えると端部まで均一に加熱しにくくなるためであり、好ましくは d/c が3~5の範囲が良い。

【0036】なお、図4(a)に示す段部11を有するセラミックヒータ1を製造するためには、予め用意するシート状成形体10bよりも円柱状成形体10aの方を長くしておいて、シート状成形体10bを円柱状成形体10aの側面に巻き付ける際に円柱状成形体10aの両端が突出するようにすれば良い。このとき、セラミックヒータ1の段部11の高さbは円柱状成形体10aとシート状成形体10bの長さの差によって調整することができ、段部11の幅cはシート状成形体10bの厚みによって調整することができる。

【0037】次に、本発明のセラミックヒータ1におけるリードパッド30部分の断面を図5に示すように、発

熱抵抗体20の引き出し部22とリードパッド30との間にはスルーホール25が備えられ、このスルーホール25中には、導電体として発熱抵抗体20と同じ高融点金属からなるペーストを充填し、完全に導通させるようになっている。

【0038】また、リードパッド30の表面の平坦度は0.2mm以下、即ち表面に存在する凸部の最大高さが0.2mm以下となっている。そのため、このリードパッド30上にNi等のメッキを施した後リード線40を圧接させれば、リード線40がリードパッド30に面接触して確実に接続させることができる。したがって、リード線40をロウ付けする必要がなく、簡単な構造とすることが可能となる。

【0039】なお、このスルーホール25部分の製造方法は以下の通りである。

【0040】まず、セラミックスのシート状成形体10bにスルーホール25を形成し、このスルーホール25にW、Mo、Re等の高融点金属からなるペーストを充填する。次に、シート状成形体10bの一方面に発熱抵抗体20の引き出し部22を、他方面にリードパッド30をそれぞれ同じペーストを用いてスクリーン印刷によって形成すれば良い。このようにすれば、リードパッド30の表面に凸部が生じることを防止でき、平坦度を0.2mm以下とすることができる。

【0041】以上説明した本発明のセラミックヒータ1は、耐食性、耐久性に優れ、急速昇温が可能であることから、石油ファンヒータ等の各種燃焼機器の点火用ヒータや燃料気化用ヒータ、水等の流体を加熱するための流体加熱用ヒータ、酸素センサ等の各種センサや測定機器の加熱用ヒータ等に利用することができ、特に酸素センサ加熱用ヒータとして最適である。

【0042】実験例1

セラミックス原料として Al_2O_3 90重量%、残部が SiO_2 、 MgO 等からなるものを用い、円柱状成形体10aとシート状成形体10bを得た。一方、表1に示すような組成、粒径の金属粉末に必要な応じてアルミナ粉末を添加し、バインダーとしてエチルセルロース、溶剤として α -TPPO、DBP等を適宜加えてペーストを調整し、このペーストをシート状成形体10b上に印刷して発熱抵抗体20を形成した。次に、円柱状成形体10aにシート状成形体10bを巻き付けた後、1500~1600℃で焼成してセラミックヒータ1を得た。

【0043】得られたセラミックヒータ1について、それぞれ20本ずつ1200℃で連続使用試験を行い、断線までの時間をワイブルプロットし、破壊確率が1%となる時間を耐久時間とした。

【0044】結果は表1及び図6に示すように、金属成分の比率を50~95体積%としたもの(N_o. 2~9、11~16)は耐久時間が100時間以上と優れていた。また、金属粉末の粒径を小さくすると焼成時のセ

ラミック成分の拡散が少なくなってセラミック成分の体積比が小さくなり、金属成分の種類によってもセラミック成分の拡散量が異なることがわかる。

【0045】

【表1】

| No | 発熱抵抗体組成(vol%) | | 金属成分組成(wt%) | | | 7μm以下成分添加(wt%) | 金属成分平均粒径(μm) | 耐久時間(hr) |
|-----|---------------|---------|-------------|----|----|----------------|--------------|----------|
| | 金属成分 | セラミック成分 | W | Mo | Re | | | |
| *1 | 39 | 61 | 100 | — | — | 3.0 | 3.2 | 30 |
| *2 | 51 | 49 | 100 | — | — | 5.0 | 1.8 | 115 |
| 3 | 56 | 44 | 100 | — | — | 2.0 | 1.8 | 170 |
| 4 | 63 | 37 | 100 | — | — | — | 1.2 | 258 |
| 5 | 72 | 28 | 100 | — | — | — | 0.6 | 256 |
| 6 | 79 | 21 | 80 | 20 | — | — | 1.0 | 260 |
| 7 | 91.5 | 8.5 | 60 | 40 | — | — | 1.0 | 240 |
| 8 | 92.8 | 7.2 | 55 | 45 | — | — | 0.6 | 126 |
| 9 | 95 | 5 | 50 | 50 | — | — | 0.6 | 100 |
| *10 | 98 | 2 | 40 | 60 | — | — | 0.6 | 65 |
| 11 | 65 | 35 | 80 | — | 20 | — | 2.3 | 198 |
| 12 | 73 | 27 | 80 | — | 20 | — | 1.6 | 215 |
| 13 | 89 | 11 | 80 | — | 20 | — | 0.6 | 235 |
| 14 | 72 | 28 | 60 | — | 40 | — | 0.6 | 230 |
| 15 | 72.2 | 27.8 | 70 | — | 30 | — | 1.0 | 215 |
| 16 | 62 | 38 | 100 | — | — | — | 1.0 | 210 |
| *17 | 40 | 60 | 100 | — | — | 8.0 | 1.8 | 40 |

*は本発明の範囲外である。

【0046】実験例2

表1中のNo. 5のペーストを用いて、発熱抵抗体20の発熱部21における線幅Xと厚みYを種々に変化させたセラミックヒータ1を作製し、それぞれ上記実験例1と同じ実験を行って耐久時間を求めた。なお、発熱部21における厚肉部21aの幅X'は、全体の線幅Xに対して約9%とし、この厚肉部21aの厚みYを変化させた。

【0047】結果は表2及び図7に示すように、発熱抵抗体20の厚みYが10μm以上であれば耐久時間を100時間以上と長くできることがわかった。また、好ましくは厚みYが15μm以上で線幅Xと厚みYの比X/Yが10以下、さらに好ましくはX/Yが6以下とすれば良い。

【0048】

【表2】

| No | 線幅X (mm) | 厚みY (μm) | X/Y | 耐久時間 (時間) |
|----|-------------|-------------|------|--------------|
| 1 | 1.07 | 32 | 33.4 | 300 |
| 2 | 1.15 | 30 | 38.3 | 266 |
| 3 | 1.2 | 29 | 41.4 | 250 |
| 4 | 1.25 | 28 | 44.6 | 240 |
| 5 | 1.45 | 24 | 60.4 | 200 |
| 6 | 1.60 | 22 | 72.7 | 184 |
| 7 | 1.70 | 20 | 85.0 | 174 |
| 8 | 3.4 | 10 | 340 | 100 |
| *9 | 4.25 | 8 | 531 | 80 |

*は本発明の範囲外である。

【0049】実験例3

次に、図4(a)に示すセラミックヒータ1を試作して欠けの発生量を調べる実験を行った。

【0050】上記実験例と同様にしてセラミックヒータ1を製造し、端面突出部の径a、段部11の高さb、幅c、発熱抵抗体20までの距離dを種々に変化させたものを作製した。

【0051】得られたセラミックヒータ1を、長さ1mのステンレス製ケース中に5本ずつ入れ、このケースを中央を支点として水平から上下45°の範囲で揺動させ、10秒間に1回のサイクルで100サイクル繰り返した後、セラミックヒータ1を取り出して、発熱抵抗体20が露出するような欠けの発生率を調べた。

【0052】結果を表4に示すように、段部11のないもの(No. 1)に比べて段部11を形成したもの(No. 2~)は欠け発生率が小さいことがわかる。また、段部11の高さbを大きくし、d/cを大きくするほど欠けの発生率が低くなり、特に高さbを0.3mm以上とし、d/cを2以上としたものは、欠け発生率が0%と優れていた。

【0053】

【表3】

| No | 各部の寸法(mm) | | | | d/c | 火花の発生率(%) |
|----|-----------|-----|------|-----|------|-----------|
| | a | b | c | d | | |
| 1 | 3.3 | 0 | 0.25 | 0.3 | 1.2 | 26 |
| 2 | ↑ | 0.1 | ↑ | ↑ | ↑ | 16 |
| 3 | ↑ | 0.2 | ↑ | ↑ | ↑ | 10 |
| 4 | ↑ | 0.3 | ↑ | ↑ | ↑ | 8 |
| 5 | ↑ | 0.4 | ↑ | ↑ | ↑ | 0 |
| 6 | ↑ | 0.5 | ↑ | ↑ | ↑ | 1 |
| 7 | ↑ | 0.1 | ↑ | 0.1 | 0.4 | 26 |
| 8 | ↑ | ↑ | ↑ | 0.5 | 2 | 12 |
| 9 | ↑ | ↑ | ↑ | 0.7 | 2.8 | 0 |
| 10 | ↑ | ↑ | ↑ | 1.0 | 4 | 0 |
| 11 | ↑ | 0.3 | ↑ | 0.1 | 0.4 | 12 |
| 12 | ↑ | ↑ | ↑ | 0.5 | 2 | 0 |
| 13 | ↑ | ↑ | ↑ | 0.7 | 2.8 | 0 |
| 14 | ↑ | ↑ | ↑ | 1.0 | 4 | 0 |
| 15 | ↑ | 0.5 | ↑ | 0.1 | 0.4 | 4 |
| 16 | ↑ | ↑ | ↑ | 0.5 | 2 | 0 |
| 17 | ↑ | ↑ | ↑ | 0.7 | 2.8 | 0 |
| 18 | ↑ | ↑ | ↑ | 1.0 | 4 | 0 |
| 19 | ↑ | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 1 | 9 |
| 20 | ↑ | ↑ | ↑ | 0.5 | 1.7 | 4 |
| 21 | ↑ | ↑ | ↑ | 0.7 | 2.3 | 0 |
| 22 | ↑ | ↑ | ↑ | 1.0 | 3.3 | 0 |
| 23 | ↑ | ↑ | 0.4 | 0.3 | 0.75 | 8 |
| 24 | ↑ | ↑ | ↑ | 0.5 | 1.25 | 6 |
| 25 | ↑ | ↑ | ↑ | 0.7 | 1.75 | 3 |
| 26 | ↑ | ↑ | ↑ | 1.0 | 2.5 | 0 |
| 27 | ↑ | ↑ | 0.5 | 0.3 | 0.6 | 4 |
| 28 | ↑ | ↑ | ↑ | 0.5 | 1 | 5 |
| 29 | ↑ | ↑ | ↑ | 0.7 | 1.4 | 2 |
| 30 | ↑ | ↑ | ↑ | 1.0 | 2 | 0 |
| 31 | ↑ | ↑ | ↑ | 1.5 | 3 | 0 |

【0054】実験例4

上記実験例と同様にして本発明のセラミックヒータ1を製造し、リードパッド30表面の平坦度の異なるものを作製した。それぞれ、リードパッド20表面にのNiメッキを施した後、リード線40を圧接した。

【0055】これらのセラミックヒータ1に対して、酸素センサ用ヒータとして通常の突入電流である直流4Aの電流を30秒間流した後、切断するサイクルを繰り返す実験を行った。

【0056】その結果を表5に示すように、リードパッド30表面の平坦度が0.3mmのものでは、10サイクルでスパークが生じた。これは、リード線40との接合が点接触であるためである。これに対し、リードパッド30表面の平坦度を0.2mm以下とすれば、1000サイクル後もスパークが生じることはなかった。

【0057】

【表4】

| リードパッドの平坦度 (mm) | 通電サイクルテストの結果 |
|-----------------|---------------|
| 0 | 1000回までスパークなし |
| 0.1 | 1000回までスパークなし |
| 0.2 | 1000回までスパークなし |
| 0.3 | 10回目にスパーク発生 |

【0058】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、セラミックス体中に50～95体積%の金属成分と残部がセラミックス成分からなる発熱抵抗体を埋設し、該発熱抵抗体の発熱部における横断面が、線幅の50%以上の部分で10μm以上の厚みとなるようにしてセラミックヒータを構成したことによって、高温で使用した場合の発熱抵抗体の酸化の進行を遅くして寿命を長くすることがで

きる。したがって、酸素センサ加熱用ヒータ等の高温での使用時にも優れた耐久性を持ったセラミックヒータを提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のセラミックヒータを示しており、(a)は斜視図、(b)は製造工程を示す図である。

【図2】本発明のセラミックヒータにおける発熱抵抗体の横断面図である。

【図3】本発明のセラミックヒータにおける発熱抵抗体の発熱部を示す平面図である。

【図4】(a)(b)は本発明のセラミックヒータの他の実施例を示す縦断面図である。

【図5】本発明のセラミックヒータのリードパッド部を示す縦断面図である。

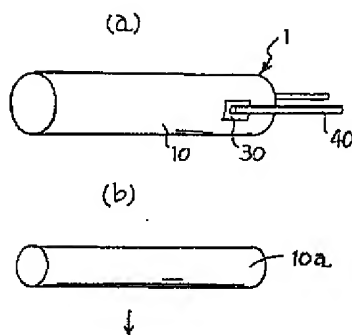
【図6】セラミックヒータにおける発熱抵抗体中の金属成分の体積比と耐久時間との関係を示すグラフである。

【図7】セラミックヒータにおける発熱抵抗体の線幅 X と厚み Y の比 X/Y と耐久時間との関係を示すグラフである。

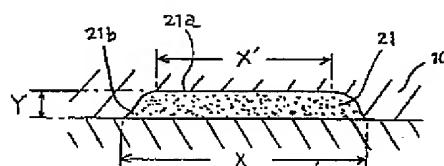
【符号の説明】

- 1 : セラミックヒータ
- 10 : セラミックス体
- 11 : 段部
- 12 : 面取部
- 20 : 発熱抵抗体
- 21 : 発熱部
- 21a : 厚肉部
- 21b : 端部
- 22 : 引き出し部
- 25 : スルーホール
- 30 : リードパッド
- 40 : リード線

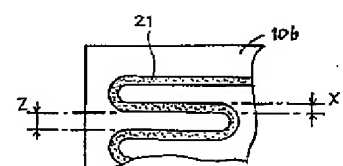
【図1】



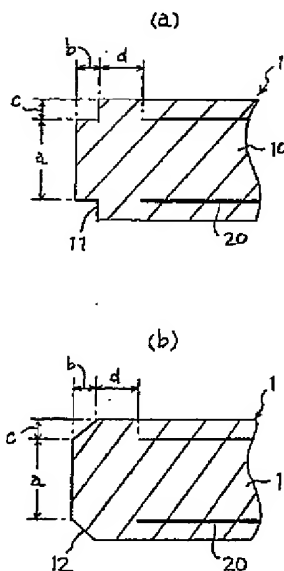
【図2】



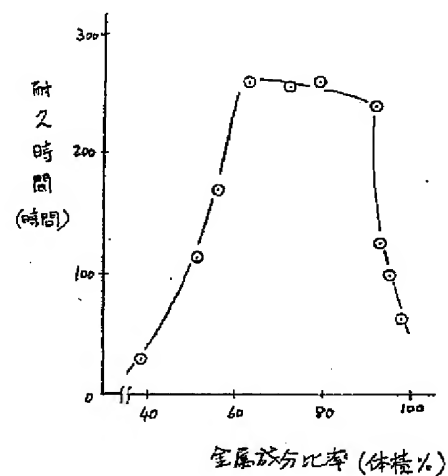
【図3】



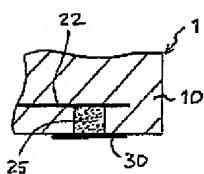
【図4】



【図6】



【図5】



【図7】

